

# DISTRIBUTED REFRACTIVE INDEX TYPE COLLIMATOR LENS FOR SEMICONDUCTOR LASER

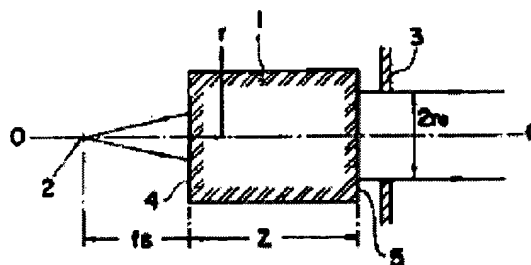
**Patent number:** JP60091316  
**Publication date:** 1985-05-22  
**Inventor:** NISHI SUMI; others: 01  
**Applicant:** NIHON ITA GLASS KK  
**Classification:**  
**- international:** G02B9/02  
**- european:**  
**Application number:** JP19830200527 19831026  
**Priority number(s):**

## Abstract of JP60091316

**PURPOSE:** To constitute an inexpensive collimator lens which has less residual wave front aberrations that a collimator lens composed of a spherical lens system has by using a distributed index type rod lens made of a columnar transparent material having a specific refractive index.

**CONSTITUTION:** The refractive index  $n(r)$  at distance  $(r)$  from the center is shown by an expansion expression, and respective numeral ranges are set as shown by conditional expressions (1)-(10). Here,  $r_1$  and  $r_2$  are the radii of curvature of the incidence and projection surfaces of the lens,  $Z$  is lens length, and  $f_B$  is the back focus on a light source (object) side; and  $r_0$  is the effective radius,  $NA$  the numerical aperture on the light source side, and  $n_0$  is the refractive index on the center axis, and  $(g)$ ,  $h_4$  and  $h_6$  are distribution constants and  $\lambda$  is the oscillation wavelength of a semiconductor laser.

- (1)  $r_1 = \infty$
- (2)  $r_2 = \infty$
- (3)  $6.70 \leq 2 + f_B \leq 7.30$
- (4)  $2r_0 \geq 2.0$
- (5)  $1.60 \leq n_0 \leq 1.63$
- (6)  $0.18 \leq g \leq 0.22$
- (7)  $0.38 \leq h_4 \leq 0.67$
- (8)  $\frac{1}{\lambda} h_6 \leq 3$
- (9)  $0.21 \leq NA \leq 0.29$
- (10)  $7.60 \leq 1 \leq 8.30$



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-91316

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)5月22日

G 02 B 9/02

6952-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 半導体レーザ用屈折率分布型コリメータレンズ

⑯ 特 願 昭58-200527

⑰ 出 願 昭58(1983)10月26日

⑱ 発 明 者 西 壽 美 西宮市仁川町2-2番1-104

⑲ 発 明 者 遠 山 実 宝塚市高司2の11の2

⑳ 出 願 人 日本板硝子株式会社 大阪市東区道修町4丁目8番地

㉑ 代 理 人 弁理士 大野 精市

明 細 書

# 1. 発明の名称

半導体レーザ用屈折率分布型コリメータレンズ

## 2. 特許請求の範囲

中心から $r$ の距離における屈折率 $n(r)$ が  

$$n^2(r) = n_0^2 \{ 1 - (gr)^2 + h_4 (gr)^4 - h_6 (gr)^6 + \dots \}$$
  
 で表わされる円柱状透明媒質からなる屈折率分布型  
 ロッドレンズであって、以下の条件を満たすこと  
 を特徴とする半導体レーザ用コリメータレンズ。

- (1)  $r_1 = \infty$
- (2)  $r_2 = 0$
- (3)  $6.70 \leq Z + f_B \leq 7.30$
- (4)  $2r_0 \geq 2.0$
- (5)  $1.60 \leq n_0 \leq 1.65$
- (6)  $0.18 \leq g \leq 0.22$
- (7)  $0.38 \leq h_4 \leq 0.87$
- (8)  $h_6 \leq 5$
- (9)  $0.21 \leq NA \leq 0.24$
- (10)  $760 \leq \lambda \leq 850$

ただし $r_1$ 、 $r_2$ は入射面、出射面の曲率半径、  
 $Z$ はレンズ長、 $f_B$ は光源(物体)側バックフォー  
 カス、 $r_0$ は有効半径、 $NA$ は光源側の開口数、 $n_0$ は  
 中心軸上の屈折率で $g$ 、 $h_4$ 、 $h_6$ は屈折率分布定数、  
 $\lambda$ は半導体レーザの発振波長。

## 発明の詳細な説明

本発明は光情報記録、光学的読み取り装置、レ  
 ーザビームプリンタ等の光ビームスキャン装置  
 において半導体レーザからの放射光を平行ビーム  
 にコリメートするための屈折率分布型コリメート  
 レンズに関するものである。

上記装置のコリメートレンズは、半導体レーザ  
 からの放射光を低収差でコリメートするためその  
 残留波面収差が $\lambda/4$ 以内に納まることが必須条件  
 である。ここで $\lambda$ は半導体レーザの発振波長であ  
 り一般的には $760 \leq \lambda \leq 850 \text{ nm}$ である。また小型軽  
 量であることや廉価であることも要求される。

上記のような光ビームスキャン装置に使用され  
 る波長は一般に単波長であるため、レンズの透過  
 率が出る限り高い方がその分レーザの発光パ

ワーを抑制でき、信頼性を向上させることが可能となる。したがってこの対策としてレンズ表面に反射防止膜を施し、レンズ枚数も極力少なくすることが有利である。

以上説明したような諸要求を一応満足するコリメートレンズは屈折率の一般的な通常の球面レンズ3~4枚で構成したものが知られている。しかしこの種の従来の球面レンズは研磨する加工面が6~8面と多くしかもレンズ径が非常に小さいものであるため、研磨加工が難しく且つレンズの組合せに高度の技術が要求され、かなりのコストアップにつながってしまう。

本発明の目的は従来の球面レンズ<sup>系</sup>からなるコリメートレンズと同等またはそれ以下の残留波面収差を呈し、かつ光の入射面が平らな2面からなりしたがって研磨加工が極めて容易で安価に製造できる半導体レーザ用屈折率分布型コリメートレンズを提供することにある。

本発明の半導体レーザ用コリメートレンズは、中心から $r$ の距離における屈折率 $n(r)$ が

$$n^2(r) = n_0^2 (1 - (gr)^2 + h_4(gr)^4 + h_6(gr)^6 + \dots)$$

で表わされる円柱状透明媒質からなる屈折率分布型ロッドレンズであって以下の条件を満たすことを特徴とする。

- (1)  $r_1 = \infty$
- (2)  $r_2 = \infty$
- (3)  $6.70 \leq Z + f_B \leq 7.30$
- (4)  $2r_0 \geq 2.0$
- (5)  $1.60 \leq n_0 \leq 1.63$
- (6)  $0.18 \leq g \leq 0.22$
- (7)  $0.38 \leq h_4 \leq 0.87$
- (8)  $\begin{matrix} | \\ | \\ | \end{matrix} h_6 < 5$
- (9)  $0.21 \leq NA \leq 0.24$
- (10)  $7.60 \leq \lambda \leq 8.50$

上記(1)~(10)の条件において $r_1, r_2$ はレンズ入射面、出射面の曲率半径、 $Z$ はレンズ長、 $f_B$ は光源(物体)側バックフォーカス、 $r_0$ は有効半径、 $NA$ は光源側の開口数、 $n_0$ は中心軸上の屈折率、 $g, h_4, h_6$ は分布定数で、 $\lambda$ は半導体レーザの発振波長である。

上記条件のうち条件(1)(2)はレンズの入射端面出射端面が平面であることを示し、両面が平らなため同時に多数個を固めて平面研磨を行なうことができ、研磨時の加工能率が著しく向上し加工コストを大幅に低減できる特長を有する。

条件(3)は条件(9)の開口数 $NA$ を決めるもので、この範囲から出ると $NA$ が大きすぎたり小さすぎたりする。条件(4)は有効径を決めるもので、前述のような光ビームスキャン装置では一般的に2mmφの有効径が必要とされ、よってレンズ外径は2mmφより大きい値が選ばれる。条件(5)(6)は、条件(9)の $NA$ と条件(4)の有効径を満たしかつ一定のバックフォーカス $f_B$ を得るために必要な屈折率分布定数で $n_0$ は中心光軸上の屈折率で $g$ は屈折率の勾配をあらわし、一般レンズの球面の曲率半径に相当する。 $g$ は大きすぎると $f_B$ が短くなりすぎ、小さすぎると $NA$ が小さすぎてしまう。条件(7)はレンズの球面収差を小さくするための屈折率分布定数 $h_4$ の条件である。この範囲はレンズ長さ $Z$ 、中心屈折率 $n_0$ 、 $g$ 定数により若干異なるが、第2図に示す

に $n_0=1.63, g=0.2$ とした場合レンズ長 $Z$ は $3.6 \leq Z \leq 4.24$ の範囲でないと条件(9)を満たさない。その時最適な $h_4$ は第2図中の上下直線で挟まれた領域で2重斜線内は波面収差が $\lambda/8$ 以内に納まる条件で斜線内は $\lambda/4$ 以内に納まる範囲である。例えば $Z=3.6$ mmだと $0.52 \leq h_4 \leq 0.72$ で波面収差 $WS$ は $WS \leq \lambda/8$ となる。 $0.38 \leq h_4 \leq 0.82$ では $WS \leq \lambda/4$ である。条件(8)はレンズ外周近くの球面収差に影響する屈折率分布定数 $h_6$ に関する条件である。この条件を越えると周辺部で大きな高次収差、特に5次収差が発生し球面収差が著しく悪化する。条件(9)は半導体レーザからの放射角を効率よくかつ一様な強度をもつ平行光にコリメートするための条件で、一般的にレーザの放射角は方向により異なるが小さい方で約 $1.5^\circ \sim 2^\circ$ 前後のものが多いため $NA$ に換算して、 $NA \sim 0.23$ またはそれ以下とした。レンズの $NA$ が小さすぎると効率が低下してしまし、大きすぎると半導体レーザの放射角がその活性層の方向とその直角方向で異なるため、円形断面の平行ビームが得られず、箱内の断

面をもつ平行光となってしまふ。このためレンズのNAは0.2/ないし0.24の範囲内とする必要がある。

第1図に本発明に係る半導体レーザー用屈折率分布型レンズの作用を示す。1はガラスあるいは合成樹脂等の透明円柱状媒質から成るロッドレンズであり、このレンズ1の入射端面4および射出端面5は光軸0-0に垂直な平行平面である。また、2は半導体レーザー光源で3はレンズ絞りである。レンズ1の入射端面4からfBの距離におかれた光源2から拡散放射される光線はレンズ1によって平行光にコリメートされ、半径r0の開口をもつ絞り3を通した後、情報記録媒体等に投射される。

以上説明した本発明のコリメータレンズの数値実施例を次に示す。

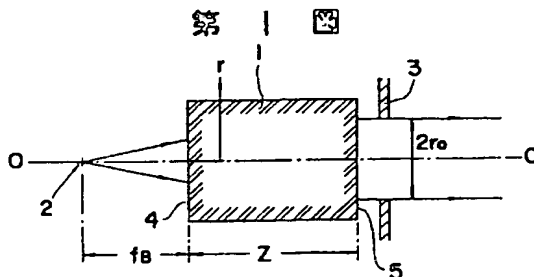
<実施例1>

$r_1 = \infty$   
 $r_2 = \infty$   
 $Z = 3.60 \text{ mm}$

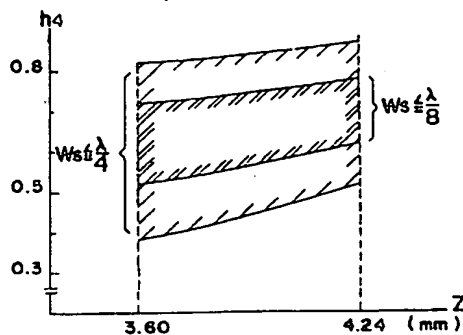
<実施例2>

( $\lambda = 780 \text{ nm}$ 時)

$r_1 = \infty$   
 $r_2 = \infty$   
 $Z = 4.24 \text{ mm}$



第2図



特許出願人 日本板硝子株式会社

2r0=2.0mm

n0=1.63

g=0.2

0.52 < h4 < 0.72

h6=0.30

NA=0.21

fB=3.50mm

fB+Z=7.10mm

2r0=2.0mm

n0=1.63

g=0.2

0.62 < h4 < 0.78

h6=0.30

NA=0.24

fB=2.7mm

fB+Z=6.94mm

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明のレンズの諸元を示す断面図、第2図は波面収差を $\lambda/8$ ないし $\lambda/4$ 以内にするための屈折率分布定数 $h_4$ の領域を示す図である。

第1図の図例

1・・・屈折率分布型ロッドレンズ

2・・・光源（半導体レーザー）

3・・・絞り

4・・・入射端面

5・・・射出端面

特許出願人 日本板硝子株式会社

代理人 弁理士 大野 裕 市

手続補正書

昭和58年11月11日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示

昭和58年10月26日提出の特許願(2)

2. 発明の名称

半導体レーザー用屈折率分布型コリメータレンズ

3. 補正をする者

事件との関係 特許出版人

住所 大阪府大阪市東区道修町4丁目8番地

名称 (400) 日本板硝子株式会社

代表者 副 賀 信 雄

4. 代理人

住所 東京都港区新橋5丁目11番3号

所 住 友ビル

日本板硝子株式会社 特許部 内

TEL 東京(03)-436-8905 (直通)

氏名 弁理士(6908) 大野 裕 市

5. 補正命令の日付

自 発

6. 補正の対象

明 細 書

特許庁  
58.11.12  
出願

## 7. 補正の内容

1) 明細書第1頁第4行ないし第2頁第3行にある  
特許請求の範囲全文を別紙の通り補正する。

2) 明細書第4頁第3行ないし第14行に、

「(1)  $r_1 = \infty$ , (2)  $r_2 = \infty \dots (10) 760 \leq \lambda \leq 850$ 」とある

文を下記の通り補正する。

(1)  $r_1 = \infty$

(2)  $r_2 = \infty$

(3)  $6.70 \leq Z + f_B \leq 7.30 \text{ mm}$

(4)  $2r_0 \geq 2.0 \text{ mm}$

(5)  $1.60 \leq n_0 \leq 1.65$

(6)  $0.18 \leq g \leq 0.22 \text{ mm}^{-1}$

(7)  $0.38 \leq h_4 \leq 0.87$

(8)  $|h_6| < 5$

(9)  $0.21 \leq NA \leq 0.24$

(10)  $760 \leq \lambda \leq 850 \text{ nm}$ 」

## 2. 特許請求の範囲

中心から  $r$  の距離における屈折率  $n(r)$  が

$$n^2(r) = n_0^2 \{ 1 - (gr)^2 + h_4(gr)^4 + h_6(gr)^6 + \dots \}$$

で表わされる円柱状透明媒質からなる屈折率分布型ロッドレンズであって、以下の条件を満たすことを特徴とする半導体レーザ用コリメータレンズ。

(1)  $r_1 = \infty$

(2)  $r_2 = \infty$

(3)  $6.70 \leq Z + f_B \leq 7.30 \text{ mm}$

(4)  $2r_0 \geq 2.0 \text{ mm}$

(5)  $1.60 \leq n_0 \leq 1.65$

(6)  $0.18 \leq g \leq 0.22 \text{ mm}^{-1}$

(7)  $0.38 \leq h_4 \leq 0.87$

(8)  $|h_6| < 5$

(9)  $0.21 \leq NA \leq 0.24$

(10)  $760 \leq \lambda \leq 850 \text{ nm}$

ただし、 $r_1, r_2$  は入射面、出射面の曲率半径、 $Z$  はレンズ長、 $f_B$  は光源（物体）側バックフォーカス、 $r_0$  は有効半径、 $NA$  は光源側の開口数、 $n_0$  は中心軸上の屈折率で  $g, h_4, h_6$  は屈折率分布定数、

$\lambda$  は半導体レーザの発振波長。